

# **RUGI-RUGI DAYA PADA JARINGAN TRANSMISI SISTEM INTERKONEKSI SULSELBAR MENGGUNAKAN PROGRAM DIGSILENT**

<sup>1</sup>Andi Sitti Dwi Auliyani, <sup>2</sup>Zulhajji, <sup>3</sup>Al Imran, <sup>4</sup>Haripuddin  
<sup>1</sup>Mahasiswa Prodi PTE JPTE FT UNM, <sup>2,3,4</sup>Dosen Prodi PTE FT UNM  
<sup>1</sup>dwiaulia40@gmail.com

## **Abstrak**

**ABSTRAK** - Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengetahui rugi-rugi daya pada sistem SULSELBAR dengan melakukan analisis aliran daya menggunakan Software DIGSILENT pada sistem kelistrikan data beban diambil pada keadaan beban puncak tertinggi pada tanggal 23 November 2017, data pada penelitian ini diperoleh dari PT. PLN (PERSERO) UP2B SULSELBAR. Perhitungan analisis aliran daya dilakukan berdasarkan sistem grid 1 bantaeng, grid 2 PLTB sidrap, Grid 3 Sistem selselbar selain pada grid 1 dan grid 2. dan grid 4 sistem kelistrikan Sulawesi Tenggara. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rugi-rugi daya pada grid 1 sebesar 0,98 MW dan grid 2 sebesar 0,30 MW, grid 3 sebesar 33,65 MW dan grid 4 sebesar 1,61 MW. Rugi-rugi daya yang terbesar terdapat pada grid 3 sebesar 33,65 dan terdapat pula rugi-rugi daya terbesar pada saluran pangkep-Abarru senilai 2,579 MW dan rugi-rugi daya yang terkecil terdapat pada tello-panakkukang senilai 0,0009 MW. Total rugi-rugi daya pada sistem selselbar 36,54 MW.

**Kata kunci:** rugi-rugi daya, SULSELBAR, DIGSILENT

## **I. PENDAHULUAN**

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah mendorong manusia untuk berusaha mengatasi segala permasalahan yang timbul dan meringankan pekerjaan yang ada. PT. PLN (Persero) adalah satu perusahaan yang diberi wewenang oleh pemerintah untuk menangani kelistrikan di Indonesia. PT. PLN (Persero) mempunyai empat komponen utama yaitu pembangkit, transmisi, distribusi dan beban. Selanjutnya proses pengiriman daya listrik dilakukan secara bertahap dimulai dari sistem pembangkit kemudian disalurkan ke jaringan transmisi dan disalurkan ke beban-beban menggunakan saluran distribusi.

Kebutuhan energi listrik bagi masyarakat terus meningkat seiring dengan meningkatkan gaya hidup dan peralatan yang dipakai. Kondisi ini mensyaratkan ketersediaan energi listrik yang efisien dan berkualitas. Efisien dalam pengertian

energi yang diproduksi dapat digunakan secara maksimal oleh pelanggan atau tidak mengalami kehilangan energi pada jaringan maupun peralatan listrik seperti trafo. Kehilangan energi perlu diprediksi dan diantisipasi agar terjadi dalam batas normal dan wajar. Berkualitas berarti pengaturan energi listrik sesuai dengan peralatan yang digunakan (Patras, 2015).

Rugi-rugi daya yang terjadi pada saluran transmisi sangat perlu diperhatikan, karena bisa menyebabkan hilangnya daya yang cukup besar. Rugi-rugi daya merupakan kehilangan energi yang sama sekali tidak mungkin dihindari (Tuegeh, 2015). Kehilangan energi perlu diprediksi dan dianalisa agar tidak melebihi batas normal dan wajar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa rugi-rugi daya pada jaringan

transmisi sistem interkoneksi sulselrabar menggunakan program DIgSILNET.

## II. METODE PENELITIAN

Untuk metode analisis aliran daya, data-data yang telah diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan program DIgSILENT. Dengan bantuan program digsilent dapat mempermudah proses analisis aliran daya karena hasil dari analisis akurat dan sesuai dengan teori analisis yang sudah ada. Analisis aliran daya listrik dengan program digsilent berdasarkan pada single line diagram dan data-data masukkan dari hasil penelitian yang telah diketahui. Untuk menjalankan program digsilent terlebih dahulu menggambar diagram segaris sistem kelistrikan sulselrabar. Setelah diagram segaris digambarkan pada setiap komponen dalam diagram segaris seperti sumber (*power grid*), generator, bus, beban dan lain-lain diberi data masukkan sesuai karakteristik komponen-komponen tersebut. Jika data yang dimasukkan tidak benar maka program digsilent tidak akan menjalankan perintah untuk menganalisis aliran daya (*error*). Setelah data yang dimasukkan lengkap dan benar selanjutnya dipilih metode aliran daya yang tersedia sebelum menjalankan program, pada penelitian ini dipilih metode Newton Raphson. Hasil dari program digsilent berupa laporan yang terdiri atas data masukkan dan laporan hasil dari perhitungan aliran daya yang dilakukan oleh program.

langkah-langkah perhitungan rugi-rugi daya pada sistem tenaga kelistrikan adalah:

1. Menghitung  $P_i^{(k)}$  dan  $Q_i^{(k)}$  pada bus berbeban dengan persamaan 1 dan

persamaan 2 dan juga  $\Delta P_i^{(k)}$  dan  $\Delta Q_i^{(k)}$  dihitung dengan persamaan 3 dan 4.

Persamaan 1

$$P_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

Persamaan 2

$$Q_i = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

Persamaan 3

$$\Delta P = P_i^{sch} - P_i^{(k)}$$

Persamaan 4

$$\Delta Q = Q_i^{sch} - Q_i^{(k)}$$

2. Menghitung  $P_i^{(k)}$  dan  $\Delta P_i^{(k)}$  pada *voltage controlled buses* dengan persamaan 1 dan 2.
3. Mengitung elemen-elemen matriks jacobian :  $J_1, J_2, J_3$  dan  $J_4$  dengan persamaan 5 sampai persamaan 8.

Persamaan 5:

$$\frac{\sigma P_i}{\sigma \delta_i} = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

$$\frac{\sigma P_i}{\sigma \delta_i} = -|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j) \quad j \neq I$$

Persamaan 6:

$$\frac{\sigma P_i}{\sigma |V_j|} = 2|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos \theta_{ij} + \sum_{j \neq i} |V_j| |Y_{ij}|$$

$$\cos(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

$$\frac{\sigma P_i}{\sigma |V_j|} = |V_i| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j), j \neq I$$

Persamaan 7:

$$\frac{\sigma Q_i}{\sigma \delta_i} = \sum_{j=1}^n |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

$$\frac{\sigma Q_i}{\sigma \delta_i} = -|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j), j \neq I$$

Persamaan 8:

$$\frac{\sigma Q_i}{\sigma |V_j|} = 2|V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin \theta_{ij} +$$

$$\sum_{j \neq i} |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_j + \delta_j)$$

4. Menghitung harga-harga  $\Delta \delta_i^{(k)}$  dan

$$|V_i^{(k)}| \text{ dengan persamaan 9.}$$

Persamaan 9:

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_1 & J_2 \\ J_3 & J_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \delta \\ \Delta |v| \end{bmatrix}$$

5. Menghitung harga-harga baru dari sudut fase dan tegangan  $\delta_i^{(k+1)}$  dan  $|V_i^{(k+1)}|$  dengan persamaan 10.

Persamaan 10:

$$\delta_i^{(k+1)} = \delta_i^{(k)} + \Delta \delta_i^{(k)}$$

$$|V_i^{(k+1)}| = |V_i^{(k)}| + \Delta |V_i^{(k)}|$$

6. Menghitung arus saluran dengan persamaan 11.

Persamaan 11:

$$I_{ij} = (V_i - V_j) y_{ij} + V_i y_{i0}$$

$$I_{ji} = (V_j - V_i) y_{ji} + V_j y_{j0}$$

7. Menghitung aliran daya dengan persamaan 12.

Persamaan 12:

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^*$$

8. Menghitung rugi-rugi daya dengan persamaan 13.

Persamaan 13:

$$S_{Lij} = S_{ij} + S_{ji}$$

$$S_{Lij} = ((P_{ij} + j Q_{ij}) + (P_{ji} + j Q_{ji})) (VA)$$

### III. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Dari hasil perhitungan persaluran dari grid banteng , grid PLTB Sidrap, Grid SULTEG dan grid SULSELBAR dijumlahkan untuk memperoleh total hasil rugi-rugi daya sistem SULSELBAR seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 1

Total Rugi-rugi daya saluran

Saluran/Grid	Rugi-rugi Daya (MW)	Rugi-rugi Daya (Mvar)
Bantaeng	0,98	-1,73
PLTB Sidrap	0,30	1,42

Saluran/Grid	Rugi-rugi Daya (MW)	Rugi-rugi Daya (Mvar)
SULSELBAR	33,65	-59,06
SULTEG	1,61	-13,63
Total	36,54	-73,00

Sumber : Hasil olah data menggunakan software DIGSILENT.

Total daya pada pembangkit sistem SULSELBAR adalah 1070,16 MW, total daya pada beban 1033,61 MW dan rugi-rugi daya 36,55 MW. Rangkaian pada software DIGSILENT terbagi atas 4 Grid yang dimana grid 1: Bantaeng, grid 2: PLTB Sidrap, grid 3: SULSELBAR dan grid 4: SULTEG yang saling terhubung.

Daya pada pembangkit grid 2 adalah 19,02 MW dan pada grid 3 adalah 991,79 MW. Total daya pada beban grid 1 adalah 9,40 MW dan memiliki *inter grid flow* : -10,36 MW dan pada grid 2 total daya beban adalah 0 dan memiliki *inter grid flow* : 18,71 MW dan pada grid 3 total daya pada beban adalah 911,09 MW dan memiliki *inter grid flow* : 47,05 MW dan pada grid 4 total daya beban adalah 113,12 dan memiliki *inter grid flow* : -55,39 M

Rugi-rugi daya pada grid 1 dari hasil simulasi pada software DIGSILENT memperoleh 0,98 MW dan grid 2 memperoleh 0,30 MW, grid 3 memperoleh 33,65 MW dan grid 4 memperoleh 1,61 MW maka rugi-rugi daya total pada sistem interkoneksi sulselbar adalah 36,54 MW.

Rugi-rugi daya terbesar terdapat pada grid 3 (SULSELBAR) pada saluran pangkep-Abarru senilai 2,912 MW dimana panjang saluran adalah 46 km dan memiliki impedansi urutan positif  $Z = 0,129$  dan  $X = 0,4049$  dan menghasilkan daya acive dari hasil simulasi adalah 100,402 MW dan -97,490 MW.

Rugi-rugi daya terkecil terdapat pada grid 3 (SULSELBAR) pada saluran Tello-Panakkukang senilai 0,009 MW dimana panjang saluran adalah 4,5 km dan memiliki impedansi urutan positif  $Z=0,111$  dan  $X=0,35$  dan menghasilkan daya active dari hasil simulasi adalah 17,684 MW dan  $-17,675$  MW.

Salah satu faktor yang mempengaruhi besarnya rugi-rugi daya adalah Panjang jaringan dimana hal ini mengakibatkan perbedaan daya antara sisi pengirim dan sisi penerima menjadi berbeda. Semakin Panjang jaringan maka perbedaan daya semakin besar. Batas toleransi yang diperoleh menurut SPLN No.1A tahun 1996, dimana presentasi *losses* yang diperbolehkan yaitu  $\leq 10\%$  dari daya yang dikirimkan.

#### IV. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapat dari hasil simulasi software DIgSILENT dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Saluran transmisi sistem interkoneksi sulselrabar memiliki total rugi-rugi daya sebesar 36,54 MW. Rugi-rugi daya terbesar terdapat pada grid 3 (SULSELBAR) pada saluran pangkep-Abarru senilai 2,912 MW dimana panjang saluran adalah 46 km dan Rugi-rugi daya terkecil terdapat pada grid 3 (SULSELBAR) pada saluran Tello-Panakkukang senilai 0,009 MW dimana panjang saluran adalah 4,5 km.
2. Total; Rugi-rugi daya pada jaringan transmisi sistem interkoneksi sulselrabar adalah 36,54 MW dimana total daya 1070,16 MW dan total bebabn 1033,61 MW.

#### DAFTAR PUSTAKA

Amiruddin. (2014). *Analisis Rugi-rugi jaringan Distribusi Tegangan Menengah (Distribusi Primer) pada Penyulang ABG GI Sengkang*. Universitas Negeri Makassar.

Bonggas L. tobing. (2003). *Dasar teknik Pengujian tegangan Tinggi*. PT. Gramedia. <http://dunia-listrik.blogspot.com/2009/03/tegangan-transmisi-dan-rugi-rugi-daya.html>

Bungin, P., Suppa, P., & Pln, P. (2016). *BNTLA 150 kV BNTLA 70 kV* 2. 90222.

Cerdin, C. (2018). *Teori Singkat teknik Elektro disertai Contoh Soal dan Penyelesaian*. Andi. <https://doi.org/10.1360/zd-2013-43-6-1064>

Diponegoro, U. (n.d.). *DIgSILENT Power Factory 14.1.3*.

Elektro, J., Negeri, P., & Pandang, U. (2019). *STUDI INTERKONEKSI PLTB TOLO JENEPONTO DENGAN JARINGAN TRANSMISI 150 kV SULSELBAR SKRIPSI*.

Eroglu S., Toprak S., Urgan O, MD, Ozge E. Onur, MD, Arzu Denizbasi, MD, Haldun Akoglu, MD, Cigdem Ozpolat, MD, Ebru Akoglu, M. (2012). Analisis Tegangan Setiap Bus Pada Sistem Tenaga Listrik Gorontalo Melalui Simulasi Aliran Daya. In *Saudi Med J* (Vol. 33, pp. 3–8). <https://doi.org/10.1073/pnas.0703993104>

Handayani, F. I., & Nugroho, A. (1984). *Analisis jatuh tegangan dan rugi daya pada jaringan tegangan rendah menggunakan software etap 12.6.0*. 0–6.

Hariyadi, S. (2017). *ANALISIS RUGI-RUGI DAYA DAN JATUH TEGANGAN PADA SALURAN TRANSMISI TEGANGAN TINGGI 150 KV PADA GARDU INDUK PALUR – MASARAN* Disusun. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 1–16. <https://docplayer.info/65922513-Analisis-rugi-rugi-daya-dan-jatuh-tegangan-pada-saluran-transmisi-tegangan-tinggi-150-kv-pada-gardu-induk-palur-masaran.html>

- Iii, B. A. B., Aliran, M., & Sistem, D. (2013). *Zenny Jaelani, 2013 ANALISIS RUGI-RUGI DAYA PADA SALURAN TRANSMISI 500KV DENGAN MENGGUNAKAN DIGSILENT Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu*. 1–2.
- Kosasih, G. B. (2017). Analisis Rugi-rugi Daya pada Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV pada Gardu Induk Jajar. *Teknik Elektro*.
- Marwan. (2019). *Simulasi Sistem Tenaga Listrik Menggunakan DIgSILENT* (M. Kika (ed.)). ANDI.
- Radil, M. (2014). *Analisis Rugi-rugi Daya pada Penghantar Saluran Transmisi Tegangan Tinggi 150kV dari Gardu Induk Koto Panjang ke Gardu Indu*
-

